

① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 40 19 669 A 1

⑤ Int. Cl. 5:
F 28 D 20/00
F 25 B 29/00

⑳ Aktenzeichen: P 40 19 669.0
㉔ Anmeldetag: 20. 6. 90
㉕ Offenlegungstag: 14. 3. 91

DE 40 19 669 A 1

③ Unionspriorität: ③ ③ ③
04.09.89 JP 1-228853

⑦ Anmelder:
Nishiyodo Air Conditioner Co., Ltd., Osaka, JP

⑦ Vertreter:
Eitle, W., Dipl.-Ing.; Hoffmann, K., Dipl.-Ing.
Dr.rer.nat.; Lehn, W., Dipl.-Ing.; Fücksle, K.,
Dipl.-Ing.; Hansen, B., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;
Brauns, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Görg, K.,
Dipl.-Ing.; Kohlmann, K., Dipl.-Ing.; Kolb, H.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Ritter und Edler von
Fischern, B., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte; Nette, A.,
Rechtsanw., 8000 München

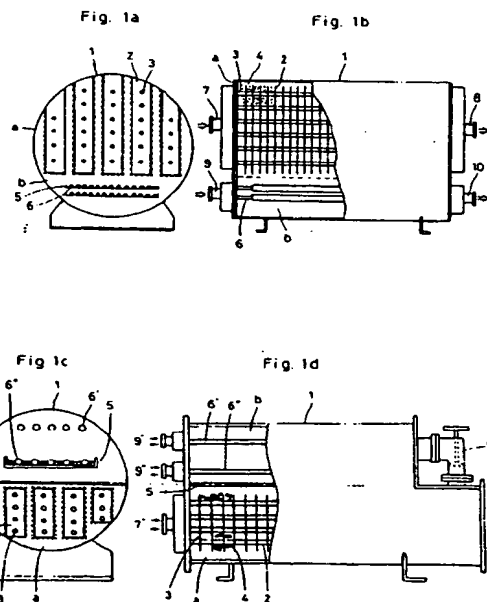
⑦ Erfinder:
Yonezawa, Yasuo, Nara, JP; Ohnishi, Toshiya, Sakai,
JP; Okumura, Shin'ichi, Ohtsu, JP; Sakai, Akiyoshi,
Toyonaka, JP; Nakano, Hiroki; Matsushita, Masao,
Neyagawa, JP; Morikawa, Atsushi; Yoshihara,
Motoshi, Yawata, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Adsorptionsthermischer Speicherapparat und adsorptionsthermisches Speichersystem denselben enthaltend

Ein adsorptionsthermischer Speicherapparat (A), gebildet aus einem evakuierten Gefäß (1), weist darin ein Kühlmittel und einen einen Adsorbens erwärmenden oder kühlenden Abschnitt (a) und einen ein Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt (b) auf, die in Verbindung miteinander angeordnet sind, wobei der erste Abschnitt ein Adsorbens (4) und gerippte Wärmeübertragungsröhren (2, 3) enthält, der letztere Abschnitt enthält Wärmeübertragungsröhren (6), die in Schalen (5) angeordnet sind.

Ein adsorptionsthermisches Speichersystem weist den vorher erwähnten Apparat (A), eine Wärmequelle (22) (das heißt einen Kondensator eines Kompressionskühlaggregates) zur Adsorbenserhitzung, eine Kältequelle (23) (das heißt ein Verdampfer) zur Kühlmittelkondensation, eine exothermische Wärmequelle (24) (das heißt einen Kühlturm), eine endothermische Wärmequelle (28) (das heißt eine Luftkühlerschlange), und eine Verwendungseinrichtung (25) (das heißt eine Klimaanlage) auf, die vorhergehenden Elemente sind so verbunden, daß während der thermischen Speicherperiode der Adsorbens erwärmende oder kühlende Abschnitt und der Kühlmittel kondensierende oder verdampfende Abschnitt jeweils mit der Wärmequelle und der Kältequelle verbunden sind, wohingegen während der Verwendungsperiode der Adsorbensabschnitt mit der exothermischen Wärmequelle oder Wärmeverwendungseinrichtung verbunden ist und der Kühlmittelabschnitt mit einer Kälteverwendungseinrichtung oder der endothermischen ...



Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen adsorptionsthermischen Speicherapparat und ein den Apparat enthaltendes adsorptionsthermisches Speichersystem. Spezieller betrifft die Erfindung den vorgenannten Apparat und das thermische Speichersystem, die speziell geeignet sind, den Ausgleich des Verbrauchs elektrischer Leistung durch die Benutzung von elektrischer Nachtleistung voranzutreiben.

Der neuerliche Anstieg im Bedarf an elektrischer Leistung ist bemerkenswert und speziell stellt es ein soziales Problem dar, daß der Bedarf an elektrischer Leistung eine Tendenz zeigt, sich am Tag zu konzentrieren.

Um diese Tendenz zu bewältigen und um den Verbrauch von elektrischer Leistung auszugleichen, haben sogenannte thermische Speichersysteme auf dem Gebiet der Klimaanlage zur Raumerwärmung oder Raumkühlung Aufmerksamkeit erhalten, in denen ein Kühlaggregat während der Nacht läuft, wenn die Kapazität der elektrischen Leistung relativ voll ist, wodurch thermische Energie gespeichert wird, und die thermische Energie in Form von Kälte (Wärme niedrigerer Temperatur) und Wärme (Wärme höherer Temperatur) während des Tages benutzt wird, wenn die Nachfrage nach elektrischer Leistung erhöht ist.

Hier werden in der Beschreibung und in den Ansprüchen die Begriffe "Kälte" und "Wärme" verwendet, um eine Wärme einer niedrigeren Temperatur und eine Wärme einer höheren Temperatur jeweils als die Umgebungstemperatur zu bezeichnen.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt beinhalten bekannte thermische Energiespeichersysteme, zum Beispiel thermische Wasserspeichersysteme, wobei thermische Energie durch die bemerkbare Erhitzung von Wasser gespeichert wird, thermische Eisspeichersysteme, wobei thermische Energie durch die latente Hitze des Schmelzens von Eis gespeichert wird, ein thermisches Speichersystem, welches ein thermisches Speichermaterial verwendet, usw.

Jedes der thermischen Speichersysteme hat sowohl Vorteile als auch Nachteile, und folglich werden diese Systeme selektiv und passend zum beabsichtigten Zweck verwendet.

Eine Schwierigkeit mit dem thermischen Wasserspeichersystem besteht darin, daß eine große Menge Wasser zur thermischen Energiespeicherung benötigt wird, um die benötigte Kälte oder Hitze zu erhalten, und entsprechend ist ein beträchtlich großer thermischer Speichertank erforderlich, und als Ergebnis wird das gesamte System sehr groß.

Das thermische Eisspeichersystem benötigt keinen solchen sehr großen Tank, aber ist gezwungen, die Verdampfungstemperatur eines Kühlaggregates beträchtlich zu reduzieren, weil die thermische Energie in der Form von Eis bei 0°C gespeichert wird. Aus diesem Grund ist die Verringerung der thermischen Speichereffizienz nicht vermeidbar. Außerdem ist das System nicht gleichermaßen als thermischer Speicher für Kälte und Wärme geeignet, weil die thermische Speichermenge für Wärme sehr klein verglichen mit der für Kälte ist, etwa 1/4 bis 1/5.

Bei dem System, welches ein thermisches Speichermaterial verwendet, ist das thermische Speichermaterial selbst ausgesprochen teuer und kurz in der Lebensdauer, und verschiedene thermische Speichermaterialien müssen für Kälte und Wärme verwendet werden, wodurch das Röhrensystem kompliziert wird.

Um die obigen Probleme mit den vorhandenen thermischen Speichersystemen zu lösen, wurde die Erfindung durchgeführt und entworfen, um einen verbesserten thermischen Speicherapparat vorzusehen und ein verbessertes Speichersystem, welches den Apparat enthält, wobei das System kompakte Gesamtmaße erlaubt, um die thermische Speicherwirksamkeit zu vergrößern, wenn elektrische Nachtleistung verwendet wird, und um eine gleichmäßige thermische Speicherung für Kälte und Wärme zu erlauben.

Gemäß einem Aspekt dieser Erfindung wird, um den vorhergehenden Aufgaben zu entsprechen, ein verbesserter adsorptionsthermischer Speicherapparat mit einem evakuierten Gefäß geschaffen, welches ein Kühlmittel darin aufweist, und ein Adsorbens erhaltenden oder kühlender Abschnitt und ein Kühlmittel kondensierender oder verdampfender Abschnitt, die in Verbindung miteinander angeordnet sind; der ein Adsorbens erhaltende oder kühlende Abschnitt enthält ein Adsorbens und eine erste Wärmeübertragungseinrichtung, welche das Adsorbens trägt und hat Wärmeübertragungsoberflächen zur Erhitzung oder Kühlung des Adsorbens durch diese hindurch; die erste Wärmeübertragungseinrichtung ist darauf abgestellt, an eine Wärmequelle zur Erwärmung des Adsorbens, an eine exothermische Wärmequelle und Verwendungseinrichtung angeschlossen zu werden, der Kühlmittel kondensierende oder verdampfende Abschnitt enthält eine zweite Wärmeübertragungseinrichtung zum Flüssighalten des Kühlmittels und hat Wärmeübertragungsoberflächen zum Kondensieren oder Verdampfen des Kühlmittels durch diese hindurch, die zweite Wärmeübertragungseinrichtung ist darauf abgestellt, an eine Kältequelle zur Kühlmittelkondensation, eine endothermische Wärmequelle, und die Verwendungseinrichtung angeschlossen zu werden, wobei der Apparat so aufgebaut ist, daß die thermische Energie durch Erhitzen des Adsorbens über die erste Wärmeübertragungseinrichtung gespeichert wird, um die Desorption des Kühlmittels im Gaszustand und das Kondensieren des gasförmigen Kühlmittels über die zweite Wärmeübertragungseinrichtung zu bewirken, wobei Kälte durch die latente Wärme der Verdampfung der Kühlflüssigkeit über die zweite Wärmeübertragungseinrichtung erzeugt wird und Wärme durch die Adsorptionswärme der desorbierten Adsorbens über die erste Wärmeübertragungseinrichtung erzeugt wird, und die Kälte und Wärme entweder einzeln oder gleichzeitig verwendet werden können.

Gemäß einem anderen Aspekt der Erfindung ist ein thermisches Adsorptionsspeichersystem vorgesehen, mit:

einem thermischen Adsorptionsspeicherapparat mit einem evakuierten Gefäß und ein Kühlmittel darin aufweisend, und einem Adsorbens erwärmenden oder kühlenden Abschnitt und einem Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt, die in Verbindung miteinander angeordnet sind, der Adsorbens erwärmende oder kühlende Abschnitt enthält ein Adsorbens und eine erste Wärmeübertragungseinrichtung, die das Adsorbens trägt und Wärmeübertragungsoberflächen hat, um das Adsorbens durch diese hindurch zu erhitzen oder zu kühlen; der Kühlmittel kondensierende oder verdampfende Abschnitt enthält eine zweite Wärmeübertragungseinrichtung zum Halten des Kühlmittels, und hat Wärmeübertragungsoberflächen zum Kondensieren oder Verdampfen des Kühlmittels durch diese hindurch; eine Wärmequelle zum Erhitzen des Adsorbens, die darauf abgestellt ist, an die erste Wärmeüber-

tragungseinrichtung angeschlossen zu werden;
 eine Kältequelle zum Kondensieren des Kühlmittels, die darauf abgestellt ist, an die zweite Wärmeübertragungseinrichtung angeschlossen zu werden;
 eine exothermische Wärmequelle zum Kühlen des Adsorbens, die darauf abgestellt ist, an die erste Wärmeübertragungseinrichtung angeschlossen zu werden;
 eine endothermische Wärmequelle zum Verdampfen des Kühlmittels, die darauf abgestellt ist, an die zweite Wärmeübertragungseinrichtung angeschlossen zu werden; und

eine Verwendungseinrichtung, die darauf abgestellt ist, an die erste und zweite Wärmeübertragungseinrichtung angeschlossen zu werden; der thermische Adsorptionsspeicherapparat, die Wärmequelle, die Kältequelle, die exothermische Wärmequelle, die endothermische Wärmequelle, und die Verwendungseinrichtung sind untereinander verbunden, so daß, wenn das System arbeitet, während der thermischen Speicherperiode thermische Energie gespeichert wird, indem jeweils die Wärme und die Kältequelle in Kontakt mit den ersten und zweiten Wärmeübertragungseinrichtungen treten, um dadurch das Kühlmittel in einen gasförmigen Zustand zu desorbieren und es in einen flüssigen Zustand zu kondensieren, wohingegen während der Verwendungsperiode Kälte erzeugt wird, indem die exothermische Wärmequelle und Verwendungseinrichtung in Kontakt jeweils mit der ersten und zweiten Übertragungseinrichtung treten und Wärme erzeugt wird, indem die endothermische Wärmequelle und Verwendungseinrichtung jeweils in Kontakt mit der zweiten und ersten Wärmeübertragungseinrichtung gebracht werden, um dadurch die Kühlfüssigkeit zu verdampfen und in einen flüssigen Zustand zu adsorbieren, wobei Kälte und Wärme einzeln oder gleichzeitig verwendet werden.

In einer anderen Ausführungsform des oben genannten thermischen Adsorptionsspeichersystems arbeitet das System so, daß während der Verwendungsperiode die Wärmequelle und die Kältequelle jeweils in Verbindung mit der ersten und zweiten Wärmeübertragungseinrichtung gebracht werden, wie in dem Fall der thermischen Speicherperiode, wodurch weitere Niedrigtemperaturkälte und weitere Hochtemperaturwärme erzeugt werden und einzeln oder gleichzeitig verwendet werden können.

Spezieller gesagt, falls die Wärmequelle und die Kältequelle ein Kompressionskühlgerät sind, werden sein Kondensator und Verdampfer und das Kompressionskühlgerät jeweils durch elektrische Nachtleistung betrieben, wobei vorzugsweise die thermische Energie zur Nachtzeit gespeichert wird, wohingegen Kälte und Wärme zur Tageszeit erzeugt und verwendet werden. Folglich ist ein solches System von dem ökonomischen Gesichtspunkt her vorteilhaft, daß ein Ausgleich des Verbrauchs von elektrischer Leistung erreicht wird und die Betriebskosten des Systems durch die ökonomischen Nachtstromtarife verringert werden.

Die Verwendungseinrichtung zur Verwendung von Kälte oder Wärme kann eine Klimaanlage zur Raumerwärmung oder Raumkühlung, eine Kaltwasserversorgungseinrichtung oder eine Warmwasserversorgungseinrichtung sein.

In dem auf diese Weise aufgebauten adsorptionsthermischen Speichersystem wird während der thermischen Speicherperiode das Adsorbenz in dem Adsorbenz erwärmenden oder kühlenden Abschnitt durch die erste Wärmeübertragungseinrichtung erhitzt, indem es in Verbindung mit der Wärmequelle gebracht wird, und

Kühlmittelgas wird von dem Adsorbenz abgegeben, gleichzeitig damit wird das Kühlmittelgas in dem Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt durch die zweite Wärmeübertragungseinrichtung gekühlt, indem es in Verbindung mit der Kältequelle gebracht wird, wodurch das Kühlmittel auf den Wärmeübertragungsoberflächen in flüssigen Zustand kondensiert wird.

Während der Verwendungsperiode wird in dem kühlmittelkondensierenden oder -verdampfenden Abschnitt die Kühlmittelflüssigkeit verdampft, indem die zweite Wärmeübertragungseinrichtung in Verbindung mit sozusagen einer verwendungsseitigen Wärmequelle (die Verwendungseinrichtung zum Kühlen oder endothermischen Wärmequelle) gebracht wird, um latente Verdampfungswärme zu erzeugen, wodurch Kälte verfügbar wird, wohingegen in dem Adsorbenz erwärmenden oder kühlenden Abschnitt das desorbierte Adsorbenz gekühlt wird, indem die erste Wärmeübertragungseinrichtung in Verbindung mit sozusagen einer verwendungsseitigen Kältequelle (die exothermische Wärmequelle oder Verwendungseinrichtung zur Erwärmung) gebracht wird, um das an dem Adsorbenz abgegebene Kühlmittelgas zu absorbieren und Adsorptionswärme freizugeben, wodurch Wärme verfügbar wird. Hier können Kälte und Wärme einzeln oder gleichzeitig verwendet werden.

Wenn Kälte und Wärme gleichzeitig verwendet werden, ist eine Kombination der Verwendungseinrichtung zur Kühlung und der exothermischen Wärmequelle oder eine Kombination der endothermischen Wärmequelle und der Verwendungseinrichtung zur Erwärmung möglich, und die exothermische Wärmequelle im ersteren und die endothermische Wärmequelle im letzteren dienen jeweils als eine Verwendungseinrichtung zur Erwärmung und eine Verwendungseinrichtung zur Kühlung.

Beispiele einer solchen Kombination von Kälte und Wärme enthalten eine Klimaanlage zur Raumkühlung und eine Heißwasserversorgungseinrichtung, eine Klimaanlage zur Raumerwärmung und eine Kaltwasserversorgungseinrichtung; usw.

Wenn umgekehrt die Kälte oder Wärme einzeln verwendet werden, wird die andere Wärme oder Kälte, die in der exothermischen Wärmequelle im ersteren und der endothermischen Wärmequelle im letzteren erhalten werden, nicht benutzt und abgegeben. Beispiele der endothermischen Wärmequelle und der exothermischen Wärmequelle enthalten jeweils einen Luftkühler oder Heißwasserablauf und einen Kühlturm.

Wenn speziell die Wärmequelle zur Erwärmung des Adsorbens und die Kältequelle zum Kondensieren des Kühlmittels ein Kompressionskühlaggregat und jeweils sein Kondensator und Verdampfer sind, wird das System zur Nachtzeit betrieben, um thermische Energie durch elektrische Nachtleistung zu speichern, wohingegen zur Tageszeit das Kompressionskühlaggregat gestoppt wird und die thermische Energie als Kälte und/oder Wärme benutzt wird. Als Ergebnis wird eine effizientere Verwendung von Energie und ein Ausgleich des Verbrauchs von elektrischer Leistung zwischen Tages- und Nachtzeit erreicht.

Die Wärmequelle zur Erwärmung der Adsorbens und die Kältequelle zur Kondensierung des Kühlmittels können jeweils Abwärme oder ein Warmwasserablauf oder ein Kühlturm sein, wodurch eine weitere ökonomische Verwendung von Wärme und Kälte möglich ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeich-

nungen näher beschrieben. In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1a und Fig. 1b sind schematische Ansichten eines Beispiels eines adsorptionsthermischen Energiespeicherapparates gemäß der Erfindung und zeigt jeweils eine Seitenaufrißansicht in einem Querschnitt und eine Frontaufrißansicht in einem Teilquerschnitt; und

Fig. 1c und Fig. 1d sind schematische Ansichten einer Variante des thermischen Adsorptionsspeicherapparates aus Fig. 1a und 1b, und zeigen dessen Seitenaufrißansicht im Querschnitt und jeweils dessen Frontaufrißansicht im Teilquerschnitt;

Fig. 2a und Fig. 2b schematische Ansichten eines anderen Beispiels eines thermischen Adsorptionsspeicherapparates gemäß der Erfindung und zeigen jeweils eine interne Aufsicht und eine interne Aufrißansicht im Teilquerschnitt;

Fig. 3 bis Fig. 7 Diagrammleitungsansichten einer Ausführungsform und eines thermischen Adsorptionsspeichersystems gemäß der Erfindung, die einen thermischen Speichermodus, einen Raumkühlungsmodus, einen leistungsfähigen Raumkühlungsmodus, einen Raumerwärmungsmodus und einen leistungsfähigen Raumerwärmungsmodus jeweils zeigen, wenn das System arbeitet;

Fig. 8 bis Fig. 10 Diagrammleitungsansichten einer anderen Ausführungsform eines adsorptionsthermischen Speichersystems gemäß der Erfindung, die jeweils einen thermischen Speichermodus, einen Raumkühlungsmodus und einen Raumerwärmungsmodus zeigen, wenn das System arbeitet;

Fig. 11 bis Fig. 13 Diagrammleitungsansichten einer weiteren Ausführungsform eines adsorptionsthermischen Speichersystems gemäß der Erfindung, die jeweils einen thermischen Speichermodus, einen Raumkühlungsmodus und Raumerwärmungsmodus zeigen, wenn das System arbeitet.

Beispiele des thermischen Adsorptionsspeicherapparates und des thermischen Adsorptionsspeichersystems dieser Erfindung werden im folgenden detailliert in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen beschrieben.

Fig. 1 und Fig. 2 zeigen jeweils Hauptelemente eines thermischen Adsorptionsspeicherapparates, der zu dieser Erfindung gehört.

Bezugnehmend auf die Fig. 1a und 1b wird der Apparat gebildet durch ein lateral verlängertes zylindrisches Gefäß 1, welches intern unter Vakuum gehalten wird und umschlossen von einem Kühlmittel ist. Der obere Bereich des Gefäßes bildet einen Adsorbenz erwärmenden oder kühlenden Abschnitt a, in dem eine Vielzahl von Wärmeübertragungsröhren 3 mit einer Vielzahl von Rippen 2, die axial parallel und orthogonal zu den Röhren angeordnet sind, vertikal in Zeilen mit gegebenen Zwischenräumen angeordnet ist, um die Wärmeübertragungsflächen zu bilden, und ein Adsorbenzmaterial 4 ist eingebracht und gehalten zwischen jeweils durch Rippen gebildeten Speichern. Jeder Speicher der Rippen 2, der das Adsorbenzmaterial 4 dazwischen aufnimmt, ist mit einem Netz zum Stützen und Zurückhalten des Adsorbenz umgeben (gezeigt durch unterbrochene Linien).

Auf der anderen Seite bildet der untere Teil des Vakuumgefäßes 1 einen Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt b, welcher Kühlmittel haltende Oberflächen 5 aufweist, in der Form von axial verlängerten Schalen und einer Vielzahl von Wärmeübertragungsröhren 6, angeordnet in den Schalen, wobei die Röhren Rippen haben können oder nicht. Der Adsor-

benz erwärmende oder kühlende Abschnitt a und der Kühlmittel kondensierende oder verdampfende Abschnitt b sind in Verbindung miteinander angeordnet, um dadurch dem Kühlmittel zu erlauben, durch beide Abschnitte a und b hindurch zu fließen. Beide Abschnitte a und b sind in dem Gefäß 1 ohne eine Abtrennung oder Teilungseinrichtung ausgebildet (Fig. 1a und 1b), oder können durch eine Trennungs- oder Teilungswand S (Fig. 1c, 1d) getrennt werden. In letzterem Fall können beide Abschnitte a und b miteinander über eine Röhre in Verbindung treten, die mit einer Ein-Aus-Röhre V_A ausgerüstet ist, um das Kühlmittelgas dadurch hindurchzuführen (Fig. 1d), angeordnet außerhalb des Gefäßes 1.

In einem Beispiel wie in den Fig. 1a und 1b gezeigt sind die Wärmeübertragungsröhren 3 in dem Adsorbenz erwärmenden oder kühlenden Abschnitt a und die Wärmeübertragungsröhren 6 in dem Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt b jeweils miteinander verbunden, zum Beispiel an Wasserkammern an beiden Seiten des zylindrischen Gefäßes 1. Die Wärmeübertragungsröhren 3 sind an einen Einlaß 7 und einen Auslaß 8 angeschlossen, welche außerhalb des Gefäßes 1 angeordnet sind und beide für ein Wärmeübertragungsmedium an der Wärmequelleseite und der Verwendungsseite sind. Ähnlich sind die Wärmeübertragungsröhren 6 durch die Wasserkammern an einen Einlaß 9 und einen Auslaß 10 angeschlossen, die außerhalb des Gefäßes angeordnet sind, und beide für ein Wärmeübertragungsmedium auf der Kältequelleseite und der Verwendungsseite sind.

Fig. 1c und 1d zeigen ein Beispiel einer Variante des vorgenannten in den Fig. 1a und 1b gezeigten Beispiels.

In dem im unteren Teil angeordneten Adsorbenz erwärmenden oder kühlenden Abschnitt a sind die Wärmeübertragungsröhren 3 an eine Öffnung 7' für den Einlauf und Auslauf eines Wärmeübertragungsmediums angeschlossen. Auf der anderen Seite werden in dem Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt b, angeordnet im unteren Teil, zum Zweck der Kondensation und Verdampfung verschiedene Wärmeübertragungsröhren benutzt, nämlich Wärmeübertragungsröhren 6' ausschließlich zur Kondensation und Wärmeübertragungsröhren 6'' ausschließlich zur Verdampfung, welche in der Schale 5 angeordnet sind.

Die Wärmeübertragungsröhren 6' zur Kondensation sind extern an eine Öffnung 9' für den Einlaß und Auslaß eines Wärmeübertragungsmediums zur Kondensation angeschlossen, und die Wärmeübertragungsröhren 6'' zur Verdampfung sind extern an eine Öffnung 9'' zum Einlaß und Auslaß eines Wärmeübertragungsmediums zur Verdampfung angeschlossen.

Sowohl der Adsorbenz erwärmende oder kühlende Abschnitt a und der Kühlmittel kondensierende oder verdampfende Abschnitt b sind normalerweise bei geöffneter Röhre V_A in Verbindung miteinander, außer daß die Verwendung von Kälte und/oder Wärme bei geschlossener Röhre V_A gestoppt wird. Durch die Verwendung der Röhre V_A ist es möglich, überschüssige thermische Energie zu speichern, wodurch eine verschwenderische Verwendung vermieden wird.

Der in Fig. 2 gezeigte thermische Speicherapparat besitzt dasselbe Prinzip wie der aus Fig. 1, aber ist mit einer Vielzahl von integral ausgebildeten vertikal verlängerten Vakuumröhren 11 aufgebaut, wobei jede den Adsorbenz erwärmenden oder kühlenden Abschnitt a und den Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt b hat, anstelle der getrennten Wärmeübertragungsröhren 3 und 6. Die Wärmeübertragungs-

röhren 11 sind in einem Behälter 1a an der oberen Abschnittseite und in einem Behälter 1b in der unteren Abschnittseite untergebracht.

Jede Vakuumröhre oder evakuierte Röhre 11 ist an ihrer Innenwand mit einer Vielzahl von Rippen 12 aufwärts und abwärts versehen und ist an ihrer oberen Hälfte mit einem Adsorbentmaterial 4 zwischen den oberen Rippen 12 gefüllt und weist an ihrer unteren Hälfte Kühlmittel haltende Oberflächen mit den unteren Rippen 12 auf.

Die oberen Rippen 12 und die obere Wand der Vakuumröhre 11 bilden so Wärmeübertragungsröhren zur Erhitzung und Kühlung des Adsorbent durch diese hindurch, wohingegen die unteren Rippen 12 und die untere Wand der Vakuumröhre 11 Wärmeübertragungsoberflächen zum Kondensieren oder Verdampfen des Kühlmittels durch diese hindurch bilden.

Ähnlich wie in den Fig. 1a und 1b ist der obere Behälter 1a an den Einlaß 7 angeschlossen, damit die Wärmequelle usw. durch die Wärmeübertragungsoberflächen das Adsorbent 4 erwärmt oder kühlt während der thermischen Speicherperiode oder Verwendungsperiode, wohingegen der untere Behälter 1b an den Einlaß 9 und den Auslaß 10 angeschlossen ist, damit die Kältequelle usw. während der thermischen Speicherperiode oder Verwendungsperiode die Kondensation oder Verdampfung des Kühlmittels in den evakuierten Röhren 11 durch deren Wärmeübertragungsoberflächen bewirken kann.

In dem oben beschriebenen Aufbau des adsorptionsthermischen Speicherapparates enthält das Adsorbentmaterial, welches üblicherweise benutzt wird, zum Beispiel Silikongel, Aktivkohle, aktives Aluminiumoxid, Ceolid, usw., in Granulatform oder bearbeiteter Form, und das Kühlmittel, welches benutzt werden kann, enthält zum Beispiel Wasser, Freon, Alkohol, usw.

Der vorhergehende Apparat ist desweiteren so aufgebaut, daß thermische Energie gespeichert werden kann, indem das Adsorbent 4 mit der ersten Wärmeübertragungseinrichtung erhitzt wird, welche an eine Wärmequelle angeschlossen ist, um das Kühlmittel in einem gasförmigen Zustand abzugeben und es gleichzeitig mit der zweiten Wärmeübertragungseinrichtung, die an eine Kältequelle angeschlossen ist, in einen flüssigen Zustand zu kondensieren, wohingegen Kälte durch die latente Verdampfungswärme der Kühlmittelflüssigkeit und Wärme durch die Adsorptionswärme erzeugt wird, wenn das gasförmige Kühlmittel in einen flüssigen Zustand adsorbiert wird, und die Kälte und Wärme können einzeln oder gleichzeitig verwendet werden.

Fig. 3 bis Fig. 13 zeigen Beispiele von thermischen Adsorptionsspeichersystemen, die jeweils den thermischen Adsorptionsspeicherapparat A wie oben beschrieben sowie verschiedene Arbeitsmodi von diesem verwenden, zum Beispiel eine ökonomische und effiziente Arbeitsweise durch Verwendung eines Kompressionskühlaggregats einschließen, welches elektrische Nachtleistung verwendet.

Gemäß den jeweiligen Beispielen weist jedes thermische Adsorptionsspeichersystem den thermischen Adsorptionsspeicherapparat A wie in Fig. 1 oder 2 dargestellt auf, der zu dieser Erfindung gehört; einen Energiezufuhrseitigen Apparat 20, der eine Wärmequelle 22 zum Erwärmen des Adsorbent und eine Kältequelle 23 zum Kondensieren des Kühlmittels einschließt; und einen verwendungsseitigen Apparat, der eine exothermische Wärmequelle 24, eine Verwendungseinrichtung 25 und eine endothermische Wärmequelle 28 enthält, die

alle über Röhrenleitungen verbunden sind.

Nun wird jedes Beispiel beschrieben.

In einem in Fig. 3 bis Fig. 7 gezeigten Beispiel weist das thermische Adsorptionsspeichersystem den thermischen Adsorptionsspeicherapparat A; ein Kompressionskühlaggregat 20 einer bekannten Konstruktion mit einem Kompressor 21, einem Kondensator 22 und einem Verdampfer 23; und einen Kühlturm 24, eine Klimaanlage 25 und eine Luftkühlschlange 28 auf. Dieses System ist für eine Klimaanlagearbeitsweise zur Raumkühlung oder Raumerwärmung oder Heißwasser- oder Kaltwasserzufuhrarbeitsweise verwendbar.

Fig. 3 zeigt einen thermischen Speichermodus, wenn das adsorptionsthermische Speichersystem arbeitet, wobei der Kondensator 22 des Kompressionskühlaggregats 20 dazu dient, das Adsorbent zum Zwecke des Desorbierens des Kühlmittels in gasförmigen Zustand zu erwärmen, gleichzeitig damit kühlt der Verdampfer 23 das Kühlmittelgas, um es in einen flüssigen Zustand zu kondensieren. Thermische Energiespeicherung wird so durch Wärme vom Kondensator und Kälte vom Verdampfer 23, wie in fetten Linien gezeigt, durchgeführt. Zur gleichen Zeit wird die erste Wärmeübertragungseinrichtung in dem Adsorbent erwärmenden oder kühlenden Abschnitt a des thermischen Adsorptionsspeicherapparates A in Verbindung mit dem Kondensator 22 über eine Ein-Aus-Röhre V gebracht, wohingegen die zweite Wärmeübertragungseinrichtung in dem Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt b in Verbindung mit dem Verdampfer 23 über eine Ein-Aus-Röhre V' gebracht wird.

Üblicherweise wird diese thermische Speicherarbeitsweise während der Nachtzeit ausgeführt, indem elektrische Nachtleistung verwendet wird, und entsprechend werden Kälte und Wärme während der Tageszeit erzeugt und benutzt. Dieses Arbeitsweisen-Ausführungsbeispiel erlaubt es, die Verwendung von elektrischer Leistung auszugleichen.

Der Adsorbent erwärmende oder kühlende Abschnitt a des thermischen Adsorptionsspeicherapparates A ist mit dem Kühlturm 24 über Auswahlröhren, wie beispielsweise Drei-Wege-Röhren V₁, V₂ verbunden, die in die Röhrenleitung 26 auf der Seite der Wärmeabgabe eingefügt sind, wohingegen der Kühlmittel kondensierende oder verdampfende Abschnitt b an die Klimaanlage 25 über Umschaltrohren, wie beispielsweise die Drei-Wege-Röhren V₃, V₄ angeschlossen ist, die in der wärmeabsorbierenden Röhrenleitung 27 eingefügt sind. Die einander entgegengesetzten Drei-Wege-Röhren V₁, V₃ und V₂, V₄ sind jeweils aneinander angeschlossen.

Pumpen P sind in der Röhrenleitung 26 in der wärmeabgebenden Seite und in der Röhrenleitung 27 auf der wärmeabsorbierenden Seite vorgesehen. Die Ein-Aus-Röhren V und V' sind jeweils in der Adsorbent erwärmenden oder kühlenden Röhrenleitung gemeinsam für die wärmeabgabeseitige Röhrenleitung 26 und in der Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Röhrenleitung gemeinsam für die wärmeabsorbierenden Röhrenleitungen 27 vorgesehen.

In der wärmeabsorbierenden Röhrenleitung 27 wird die endothermische Wärmequelle 28 wie beispielsweise heißes Abfließwasser so eingesetzt, daß es in Verbindung mit dem Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt b ist.

Fig. 4 zeigt einen raumkühlenden Arbeitsmodus, und spezieller einen Tageskühlarbeitsmodus, wobei das Kompressionskühlaggregat 20 gestoppt wird und ther-

mische Energie, die durch die thermische Speicheroperation gespeichert ist, gezeigt in den fetten Linien in Fig. 3, benutzt wird.

Die Verbindungsweise der Röhrenleitungen beim Betrieb ist in fetten Linien gezeigt.

Die Ein-Aus-Röhren V, V' sind geschlossen, die Drei-Wege-Röhren V₁, V₂ sind so eingestellt, daß die wärme-freigabeseitige Röhrenleitung 26 in Verbindung mit dem Kühlturm 24 als eine exothermische Wärmequelle gebracht wird, und die Drei-Wege-Röhren V₃, V₄ sind eingestellt, um die wärmeabsorptionsseitige Röhrenleitung 27 in Verbindung mit der Klimaanlage 25 zu bringen.

Zu dieser Zeit tritt Adsorption in dem Adsorbenz erwärmenden oder kühlenden Abschnitt a des thermischen Adsorptionsspeicherapparates A auf und Adsorptionswärme, die von dem Adsorbenzmaterial 4 abgegeben wird, wird über den Kühlturm 24 freigegeben. Gleichzeitig wird Kälte in dem Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt b durch die latente Verdampfungswärme des Kühlmittels erzeugt und der Klimaanlage 25 zugeführt, welche zur Raumkühlung arbeitet.

Während dieser Verwendungsperiode ist es ebenfalls möglich, gleichzeitig das Kompressionskühlaggregat 20 wie in dem Fall des thermischen Speicherarbeitsmodus zu treiben. Dieser Hochleistungs-Raumkühlungs-Arbeitsmodus ist in Fig. 5 gezeigt. Weil in diesem Fall das Kompressionskühlaggregat 20 als übliches Kühlaggregat wirkt, werden sowohl die von der Kältequelle des Kühlaggregates 20 zugeführte Kälte und die von der gespeicherten thermischen Energie erzeugte Kälte der Klimaanlage 25 zugeführt, so daß eine effizientere Raumkühlungsarbeitsweise ermöglicht wird.

Auf der anderen Seite kann die durch die thermische Energie, die während des thermischen Speicherbetriebs gespeichert wurde, erzeugte Wärme für den Raumerwärmungsbetrieb verwendet werden.

Fig. 6 zeigt einen solchen Raumerwärmungsbetriebsmodus. Die Ein-Aus-Röhren V, V' sind geschlossen und die Drei-Wege-Röhren V₁, V₂ werden so eingestellt, um die wärme-freigabeseitigen Röhrenleitungen 26 in Verbindung mit der Klimaanlage 25 zu bringen, und die Drei-Wege-Röhren V₃, V₄ werden eingestellt, um die wärmeabsorptionsseitigen Röhrenleitungen 27 in Verbindung mit der endothermischen Wärmequelle 28 zu bringen. Wärme wird durch eine Adsorptionsaktion des Adsorbenz 4 im Bereich a des adsorptionsthermischen Speicherapparates A erzeugt und der Klimaanlage 25 zugeführt, wohingegen ein bestimmter Betrag der Wärme von der endothermischen Wärmequelle 28 zu den Wärmeübertragungsröhren des Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitts b übertragen wird, um dadurch einen Temperaturabfall der Wärmeübertragungsoberflächen gemäß der latenten Verdampfungswärme des Kühlmittels zu vermeiden.

Als endothermische Wärmequelle kann im allgemeinen eine Luftkühlschlange verwendet werden, aber wenn die Umgebungstemperatur zum Beispiel im Winter sinkt, ist es besser, die Luftkühlschlange durch heißes Abflußwasser oder ähnliches zu ersetzen.

Es ist ähnlich möglich, das Kompressionskühlaggregat 20 gleichzeitig mit dem raumerwärmenden Betrieb wie oben beschrieben zu betreiben, wodurch ein effizienterer Raumerwärmungsbetrieb ermöglicht wird. Dieser Hochleistungsbetriebsmodus ist in Fig. 7 gezeigt. Das Kompressionskühlaggregat 20 dient zur Zufuhr von Wärme zur Klimaanlage 25, wie zum Beispiel ein

übliches Kühlaggregat, und leistet folglich einen guten erwärmenden Effekt zusammen mit der durch die gespeicherte thermische Energie erzeugte Wärme.

Das vorhergehende Beispiel ist in verschiedenen Modi der Fig. 3 bis Fig. 7 gezeigt, wobei Kälte oder Wärme einzeln benutzt werden, aber es ist nicht auf diese Betriebsarten begrenzt und weitere Betriebsarten sind ebenfalls möglich. Zum Beispiel kann das System eine Heißwasserzufuhreinrichtung 24 anstelle des Kühlturms 24 aufweisen oder es kann eine Kaltwasserzufuhreinrichtung 28 anstelle der Luftkühlschlange 28 aufweisen, wobei eine Kombination von Heißwasserzufuhr und Klimaanlage zur Raumerwärmung oder eine andere Kombination einer Kaltwasserzufuhr und einer Klimaanlage zur Raumerwärmung erhalten werden kann. Solche Betriebsarten der Verwendung von sowohl Kälte als auch Wärme sind insbesondere geeignet in einem Hochleistungsbetrieb, in dem das Kompressionskühlaggregat ebenfalls in der Verwendungsperiode (zum Beispiel am Tag) betrieben wird, wie im Fall der Fig. 5 und der Fig. 7.

Ein anderes Beispiel eines adsorptionsthermischen Speichersystems ist in Fig. 8 bis Fig. 10 gezeigt, wobei es möglich ist, den Kondensator 22 des Kompressionskühlaggregats 20 in den Adsorbenz erwärmenden oder kühlenden Abschnitt a innerhalb des evakuierten Gefäßes 10 einzubauen, und den Verdampfer 23 in dem Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt b einzubauen. Der Kondensator 22 und der Verdampfer 23 weisen daher jeweils Wärmeübertragungsoberflächen für den Abschnitt a und den Abschnitt b auf.

Wenn das Kompressionskühlaggregat 20 wie in Fig. 8 gezeigt betrieben wird, wird die in dem Kondensator 22 erzeugte Wärme und die in dem Verdampfer 23 erzeugte Kälte direkt auf jeweils die Wärmeübertragungsoberflächen in dem Adsorbenz erwärmenden oder kühlenden Abschnitt a des Apparates A um die Desorptions- oder Kondensationswirkung zu bewirken, wodurch thermische Energiespeicherung ähnlich durchgeführt wird. Kein Kurzschließen der Röhrenleitungen der Einlaß- und Auslaßwege der wärmeabgabeseitigen Röhrenleitung 26 und der wärmeabsorptionsseitigen Röhrenleitung 27 sind entsprechend notwendig.

Der Betrieb der Klimaanlage zur Raumkühlung gezeigt in Fig. 9 und der Betrieb der Klimaanlage zur Raumerwärmung in Fig. 10 gezeigt sind nur möglich, indem die Drei-Wege-Röhren V₁, V₂, V₃, V₄ in einer ähnlichen Weise zur obigen Einstellung eingestellt werden. Es ist ähnlich möglich, heißes Abflußwasser als die endothermische Wärmequelle 28 zu verwenden, wodurch die Raumerwärmungskapazität vergrößert wird.

Mit dieser Konstruktion kann das System als solches weiter verkleinert werden, als im Fall des vorhergehenden Beispiels.

Wie oben beschrieben, erlauben die oben genannten Ausführungsformen, in welchen das Kompressionskühlaggregat 20 mit dem thermischen Adsorptionsspeicherapparat A kombiniert wird, die Verwendung von ökonomischer elektrischer Nachtleistung, um einen thermischen Speicherbetrieb durchzuführen, welcher zum Ausgleich des elektrischen Leistungsverbrauchs beiträgt.

Es sollte natürlich so verstanden werden, daß die exothermische Wärmequelle 24, die endothermische Wärmequelle 28 und die Verwendungseinrichtung 25 nicht notwendigerweise auf den Kühlturm, die Luftkühlschlange und Klimaanlage in den obigen Beispielen begrenzt sind.

Es wurden Messungen über die in dem in Fig. 3 gezeigten thermischen Adsorptionsspeichersystem gespeicherte Wärmemenge durchgeführt, und sie lieferten das Ergebnis, daß die Kälte 120 kcal/kg und die Wärme 152 kcal/kg bei 1 kg Adsorbentmaterial betrug.

Diese Daten sind nur zur Verdeutlichung, aber bei Betrachtung der Tatsache, daß nur 80 kcal/kg bekannterweise mit Eis gespeichert werden können, wird es gewürdigt werden, daß das thermische Speichersystem gemäß dieser Erfindung relativ überlegen ist.

Es ist desweiteren ebenfalls möglich, heißes Abflußwasser 20' als eine Wärmequelle zur Erwärmung des Adsorbent und als eine Kältequelle zum Kondensieren des Kühlmittels anstelle des Kompressionskühlaggregates 20 in den obigen Beispielen zu verwenden.

Die Fig. 11 bis 13 sind jeweils ein Rohrleitungsdiagramm, und zeigen ein solches Beispiel, wobei die notwendigen Elemente ähnlich zum obigen sind, außer den Elementen 20 und 28 in den vorhergehenden Zeichnungen.

Gemäß einem thermischen Speicherbetrieb, gezeigt in Fig. 11, wird das Adsorbent 4 in dem Adsorbent erwärmenden oder kühlenden Abschnitt a durch das heiße Abflußwasser 20' erwärmt, das über eine Drei-Wege-Röhre V₆ über die wärmefreigabeseitige Röhrenleitung 26 zugeführt wird, gleichzeitig damit wird der Kühlmittel kondensierende oder verdampfende Abschnitt b in Verbindung mit der exothermischen Wärmequelle 24 über die Drei-Wege-Röhren V₁, V₂, V₃, V₄ gebracht, und das Kühlmittel wird durch ein Wärmeübertragungsmedium gekühlt, das durch die exothermische Wärmequelle 24 kreist. Als Ergebnis tritt die Desorption in dem Bereich a auf und das desorbierte Kühlmittelgas wird nach Kühlen im Abschnitt b kondensiert, wobei thermische Energie gespeichert wird.

Der raumerwärmende Betriebsmodus ist in Fig. 12 gezeigt, wobei die Zufuhr von heißem Abwasser gestoppt wird und die Einstellung der Drei-Wege-Röhren V₁, V₂, V₃, V₄ bringt den Adsorbent erwärmenden oder kühlenden Abschnitt a (die Wärmeübertragungsröhren) in Verbindung mit dem Kühlturm 24 und den Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt b (die Wärmeübertragungsröhren) in Verbindung mit der Klimaanlage 25. Wenn der Adsorbent erwärmende oder kühlende Abschnitt a Kälte vom Kühlturm 24 erhält, tritt die Adsorptionsreaktion auf und gleichzeitig wird das Kühlmittel im Abschnitt b verdampft, um latente Verdampfungswärme zu erzeugen. Die Kälte wird so der Klimaanlage 25 zur Raumkühlung zugeführt. Falls die Verwendungseinrichtung 25 hier eine Kaltwasserzufuhreinrichtung ist, kann das System betrieben werden, um kaltes Wasser zu liefern.

Der Raumerwärmungsbetrieb oder Heißwasserzufuhrbetrieb ist in Fig. 13 gezeigt, worin die Wärmeübertragungsröhren in dem Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt b in Verbindung mit dem heißen Wasser 20' über eine Drei-Wege-Röhre V₅ gebracht werden und die Wärmeübertragungsröhren in dem Adsorbent erwärmenden oder kühlenden Abschnitt a in Verbindung mit einer Klimaanlage oder einer Heißwasserzufuhreinrichtung 25 durch Schalten der Drei-Wege-Röhren V₁, V₂, V₃, V₄ gebracht werden. Die Kühlmittelflüssigkeit in dem Abschnitt b wird durch das heiße Abwasser 20' (Wärmequelle) verdampft und an dem desorbierten Adsorbent 4 adsorbiert, um Adsorptionswärme zu erzeugen, wodurch Wärme für die Klimaanlage zur Raumerhitzung oder die Heißwasserzufuhreinrichtung 25 erhältlich ist.

Während die Erfindung unter Bezugnahme auf verschiedene Ausführungsformen davon beschrieben wurde, wird es für einen Fachmann offensichtlich sein, daß verschiedene Veränderungen des thermischen Adsorptionsspeicherapparates und des thermischen Adsorptionsspeichersystems, die zu dieser Erfindung gehören, gemacht werden können, ohne den Bereich der angefügten Ansprüche zu verlassen.

Patentansprüche

1. Adsorptionsthermischer Speicherapparat gebildet aus einem evakuierten Gefäß (1) mit einem Kühlmittel darin, und einem ein Adsorbent erwärmenden oder kühlenden Abschnitt (a) und einem ein Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt (b), die in Verbindung miteinander angeordnet sind, wobei der ein Adsorbent erwärmende oder kühlende Abschnitt (a) ein Adsorbentmaterial (4) enthält, und aus einer ersten Wärmeübertragungseinrichtung (2, 3), die das Adsorbent trägt und Wärmeübertragungsoberflächen zum Erhitzen oder Kühlen des Adsorbent durch diese hindurch hat, wobei die erste

Wärmeübertragungseinrichtung angepaßt ist, an eine Wärmequelle zur Erwärmung des Adsorbent und eine exothermische Wärmequelle und Verwendungseinrichtung an einer Verwendungsseite angeschlossen zu sein, wobei der Kühlmittel kondensierende oder verdampfende Abschnitt (b) eine zweite Wärmeübertragungseinrichtung (5, 6) enthält, die Kühlmittelflüssigkeit hält und

Wärmeübertragungsoberflächen zum Kondensieren oder Verdampfen des Kühlmittels durch diese hindurch hat, wobei die zweite Wärmeübertragungseinrichtung angepaßt ist, mit einer Kältequelle zum Kondensieren des Kühlmittels und einer endothermischen Wärmequelle und die Verwendungseinrichtung auf der Verwendungsseite angeschlossen zu sein, wobei der Apparat so aufgebaut ist, daß die thermische Energie durch Erwärmen des Adsorbent durch die erste Wärmeübertragungseinrichtung gespeichert wird, um die Desorption des Kühlmittels im gasförmigen Zustand zu bewirken und das Kondensieren des gasförmigen Kühlmittels über die zweite

Wärmeübertragungseinrichtung, wohingegen Kälte durch die latente Verdampfungswärme der Kühlmittelflüssigkeit über die zweite Wärmeübertragungseinrichtung und Wärme durch die Wärme der Adsorption des desorbierten Adsorbent über die erste Wärmeübertragungseinrichtung erzeugt wird, und die Kälte und Wärme einzeln oder gleichzeitig benutzt werden können.

2. Adsorptionsthermischer Speicherapparat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Wärmeübertragungseinrichtung und die zweite Wärmeübertragungseinrichtung getrennt angeordnet sind, und die erste Wärmeübertragungseinrichtung Wärmeübertragungsröhren (3) mit einer Vielzahl von Rippen (2) enthält, und die zweite Wärmeübertragungseinrichtung Wärmeübertragungsröhren (6) und Schalen (5) zum Halten des Kühlmittels und der Wärmeübertragungsröhren darin enthält.

3. Adsorptionsthermischer Speicherapparat nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das evakuierte Gefäß (1) des weiteren intern eine Teilungswand (S), die den Adsorbent erwärmenden oder

kühlenden Abschnitt (a) und den Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt (b) trennt, und extern eine Rohrleitung ausgerüstet mit einer Röhre (VA) aufweist, die fähig ist, die Verbindung zwischen dem Adsorbens erwärmenden oder kühlenden Abschnitt und dem Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt zu unterbrechen.

4. Adsorptionsthermischer Speicherapparat nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Wärmeübertragungseinrichtung Wärmeübertragungsröhren (3) mit einer Vielzahl von Rippen (2) enthält, und die zweite Wärmeübertragungseinrichtung Wärmeübertragungsröhren (6') zur Kondensation und Wärmeübertragungsröhren (6'') zur Verdampfung und eine Schale (5) zum Halten des Kühlmittels darin enthält.

5. Adsorptionsthermischer Speicherapparat nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Vielzahl der evakuierten Gefäße.

6. Adsorptionsthermischer Speicherapparat nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jede der ersten Wärmeübertragungseinrichtungen und jede der zweiten Wärmeübertragungseinrichtungen integral eine Wärmeübertragungsröhre (11) bildet, die intern mit einer Vielzahl von Rippen (12) versehen ist, und deren Körper das evakuierte Gefäß bildet.

7. Adsorptionsthermisches Speichersystem, gekennzeichnet durch einen adsorptionsthermischen Speicherapparat (A) gebildet aus einem evakuierten Gefäß, welches darin ein Kühlmittel aufweist, und einen Adsorbens erwärmenden oder kühlenden Abschnitt (a) und einen Kühlmittel kondensierenden oder verdampfenden Abschnitt (b), die in Verbindung miteinander angeordnet sind, wobei der Adsorbens erwärmende oder kühlende Abschnitt ein Adsorbens und eine erste Wärmeübertragungseinrichtung enthält, die das Adsorbens darauf trägt und Wärmeübertragungsoberflächen zum Erhitzen oder Kühlen des Adsorbens durch diese hindurch hat, wobei der Kühlmittel kondensierende oder verdampfende Abschnitt eine zweite Wärmeübertragungseinrichtung enthält, die das Kühlmittel hält und Wärmeübertragungsoberflächen zum Kondensieren oder Verdampfen des Kühlmittels durch diese hindurch hat; eine Wärmequelle (22) zum Erwärmen des Adsorbens, die angepaßt ist, an die erste Wärmeübertragungseinrichtung angeschlossen zu werden; eine Kältequelle (23) zum Kondensieren des Kühlmittels, die angepaßt ist, an die zweite Wärmeübertragungseinrichtung angeschlossen zu werden; eine exothermische Wärmequelle (24) zum Kühlen des Adsorbens, die angepaßt ist, an die erste Wärmeübertragungseinrichtung angeschlossen zu werden; eine endothermische Wärmequelle (28) zum Verdampfen des Kühlmittels, die angepaßt ist, an die zweite Wärmeübertragungseinrichtung angeschlossen zu werden; und eine Verwendungseinrichtung (25) für Kälte oder Wärme, die angepaßt ist, an die erste und zweite Wärmeübertragungseinrichtung angeschlossen zu werden; wobei der adsorptionsthermische Speicherapparat, die Wärmequelle, die Kältequelle, die exothermische Wärmequelle, die endothermische Wärme-

quelle und die Verwendungseinrichtung so verbunden sind, daß, wenn das System arbeitet, während der thermischen Speicherperiode thermische Energie gespeichert wird, indem die Wärmequelle und die Kältequelle jeweils in Verbindung mit der ersten und der zweiten Wärmeübertragungseinrichtung gebracht werden, wobei das Kühlmittel in gasförmigen Zustand desorbiert wird und in flüssigen Zustand kondensiert wird, wohingegen während der Verwendungsperiode Kälte erzeugt wird, indem die exothermische Wärmequelle und die Verwendungseinrichtung jeweils in Verbindung mit der ersten und der zweiten Wärmeübertragungseinrichtung gebracht werden, und Wärme erzeugt wird, indem die endothermische Wärmequelle und die Verwendungseinrichtung jeweils in Verbindung mit der zweiten und der ersten Wärmeübertragungseinrichtung gebracht werden, wodurch das Kühlmittel verdampft wird und in flüssigen Zustand adsorbiert wird, wobei die Kälte und Wärme einzeln oder gleichzeitig verwendet werden.

8. Adsorptionsthermisches Speichersystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmequelle und die Kältequelle in dem adsorptionsthermischen Speicherapparat untergebracht sind.

9. Adsorptionsthermisches Speichersystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß, wenn das System betrieben wird, während der Verwendungsperiode die Wärmequelle und die Kältequelle jeweils in Verbindung mit der ersten und der zweiten Wärmeübertragungseinrichtung gebracht werden, wodurch weitere Niedrigtemperaturkälte und weitere Hochtemperaturwärme erzeugt werden und einzeln oder gleichzeitig verwendet werden.

10. Adsorptionsthermisches Speichersystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die exothermische Wärmequelle (24) ein Kühlturm ist; die endothermische Wärmequelle (28) eine Luftkühlerschlange oder heißes Abwasser ist; und die Verwendungseinrichtung (25) eine Klimaanlage, eine Kaltwasserzufuhreinrichtung oder Heißwasserzufuhreinrichtung ist, wobei Kälte oder Wärme verwendet werden.

11. Adsorptionsthermisches Speichersystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die exothermische Wärmequelle (24), die endothermische Wärmequelle (28) und die Verwendungseinrichtung (25) jeweils ein Kühlturm oder eine Heißwasserzufuhreinrichtung; eine Luftkühlerschlange oder ein Warmwasserablauf, oder eine Kaltwasserzufuhreinrichtung, und eine Klimaanlage sind, wobei Kälte und Wärme gleichzeitig verwendet werden.

12. Adsorptionsthermisches Speichersystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmequelle und die Kältequelle jeweils ein Kondensator (22) und ein Verdampfer (23) eines Kompressionskühlaggregates (20) sind.

13. Adsorptionsthermisches Speichersystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmequelle und die Kältequelle jeweils ein Kondensator (22) und ein Verdampfer (23) eines Kompressionskühlaggregates (20) sind.

14. Adsorptionsthermisches Speichersystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die thermische Speicherperiode die Nachtzeit ist und die Verwendungsperiode der Tag, und das Kom-

pressionskühlaggregat durch elektrische Nachtleistung betrieben wird.

15. Adsorptionsthermisches Speichersystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die thermische Speicherperiode die Nachtzeit und die Verwendungsperiode die Tageszeit ist, und das Kompressionskühlaggregat durch elektrische Nachtleistung betrieben wird. 5

16. Adsorptionsthermisches Speichersystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmequelle und die endothermische Wärmequelle beide ein Warmwasserablauf (20') sind; die Kältequelle und die exothermische Wärmequelle beide ein Kühlturm (24) sind; und die Verwendungseinrichtung (25) eine Kaltwasserzulehreinrichtung oder eine Heißwasserzulehreinrichtung ist. 15

Hierzu 13 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1b

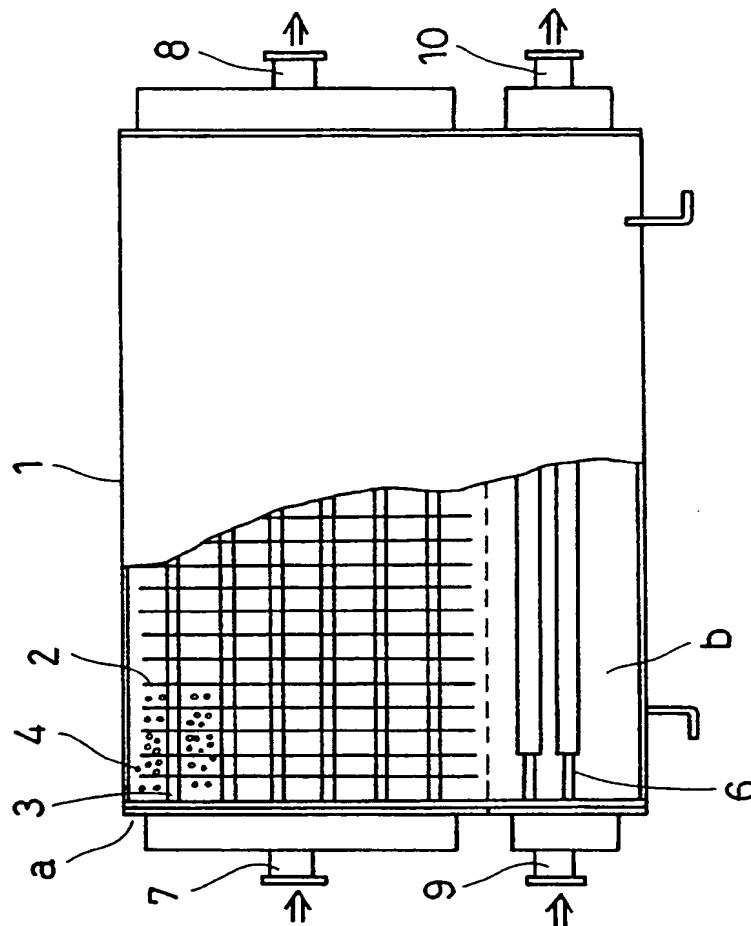


Fig. 1a

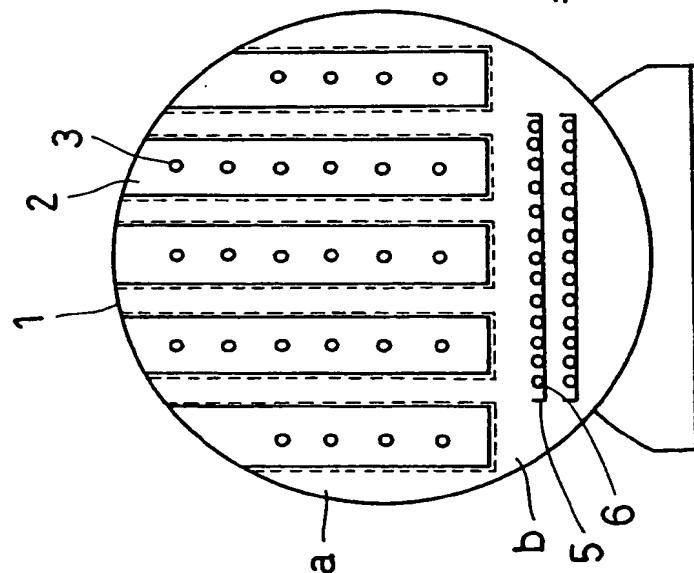


Fig. 1d

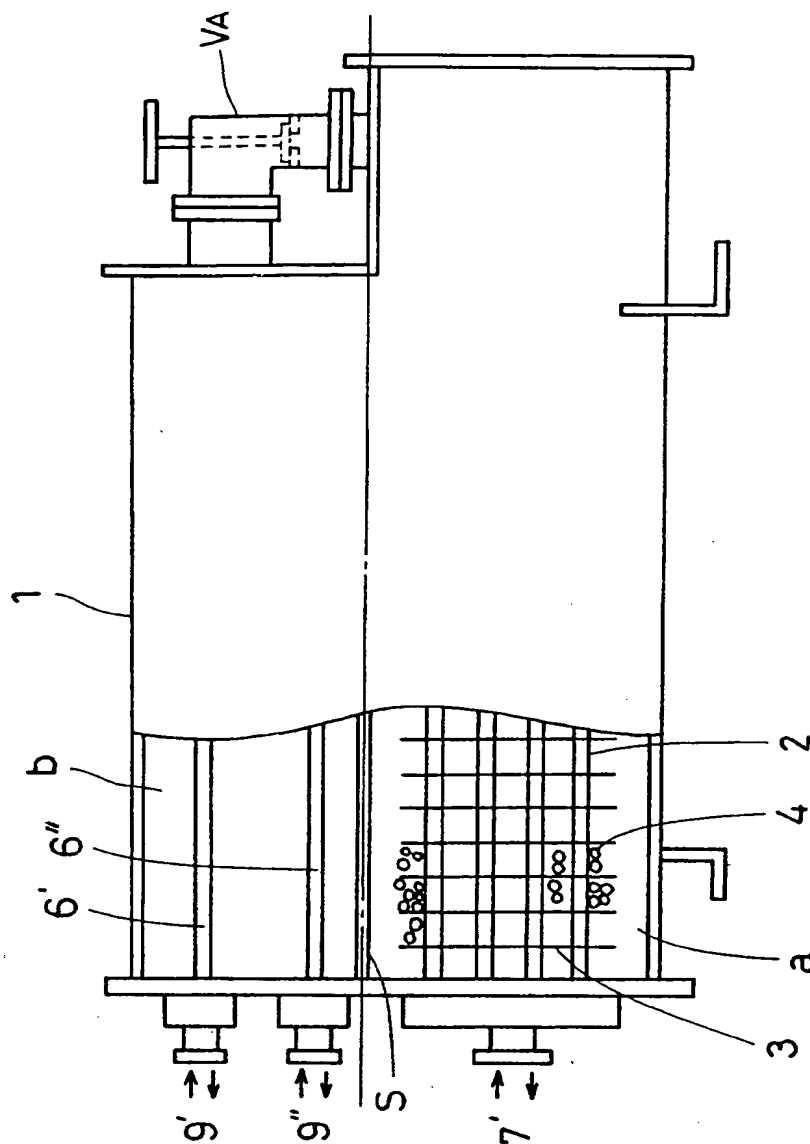


Fig. 1c

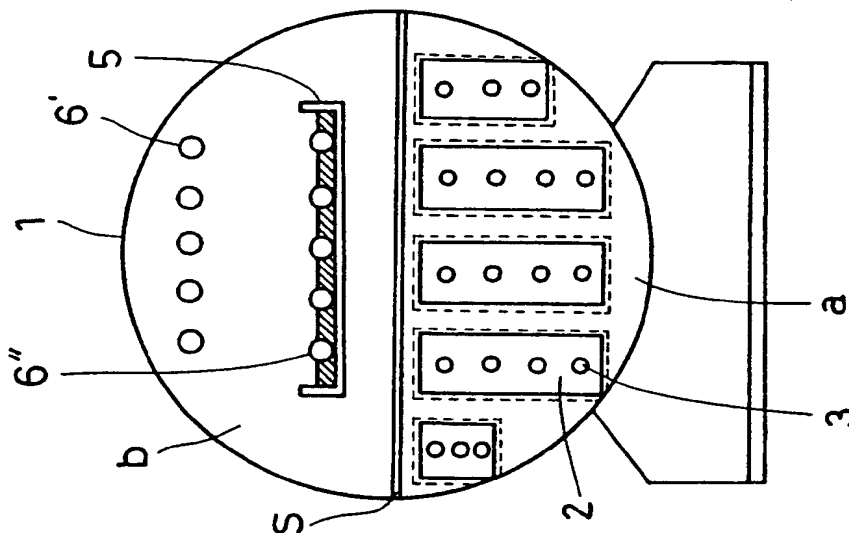


Fig. 2a

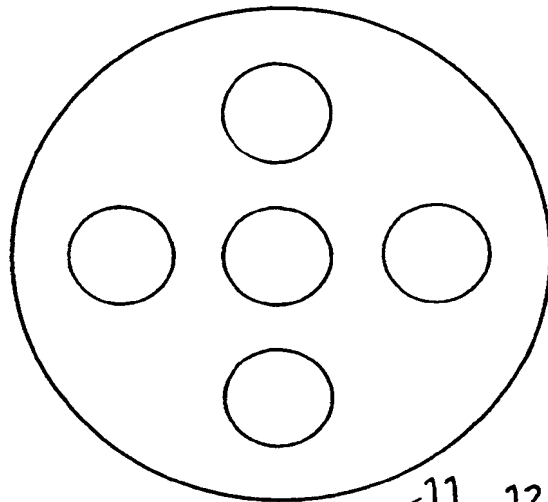


Fig. 2b

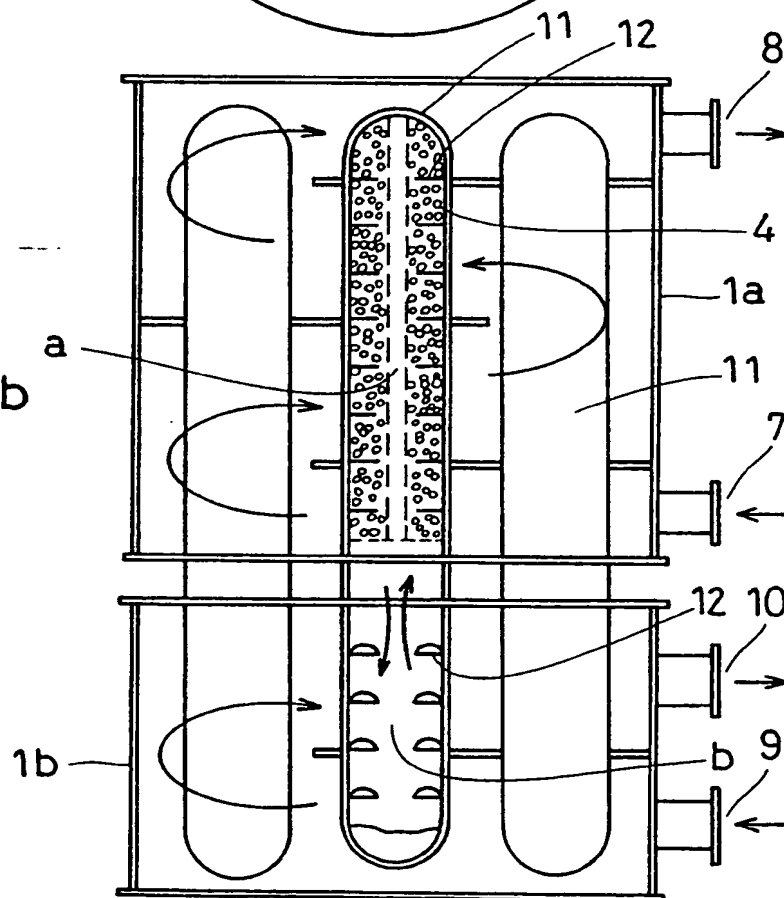


Fig. 3

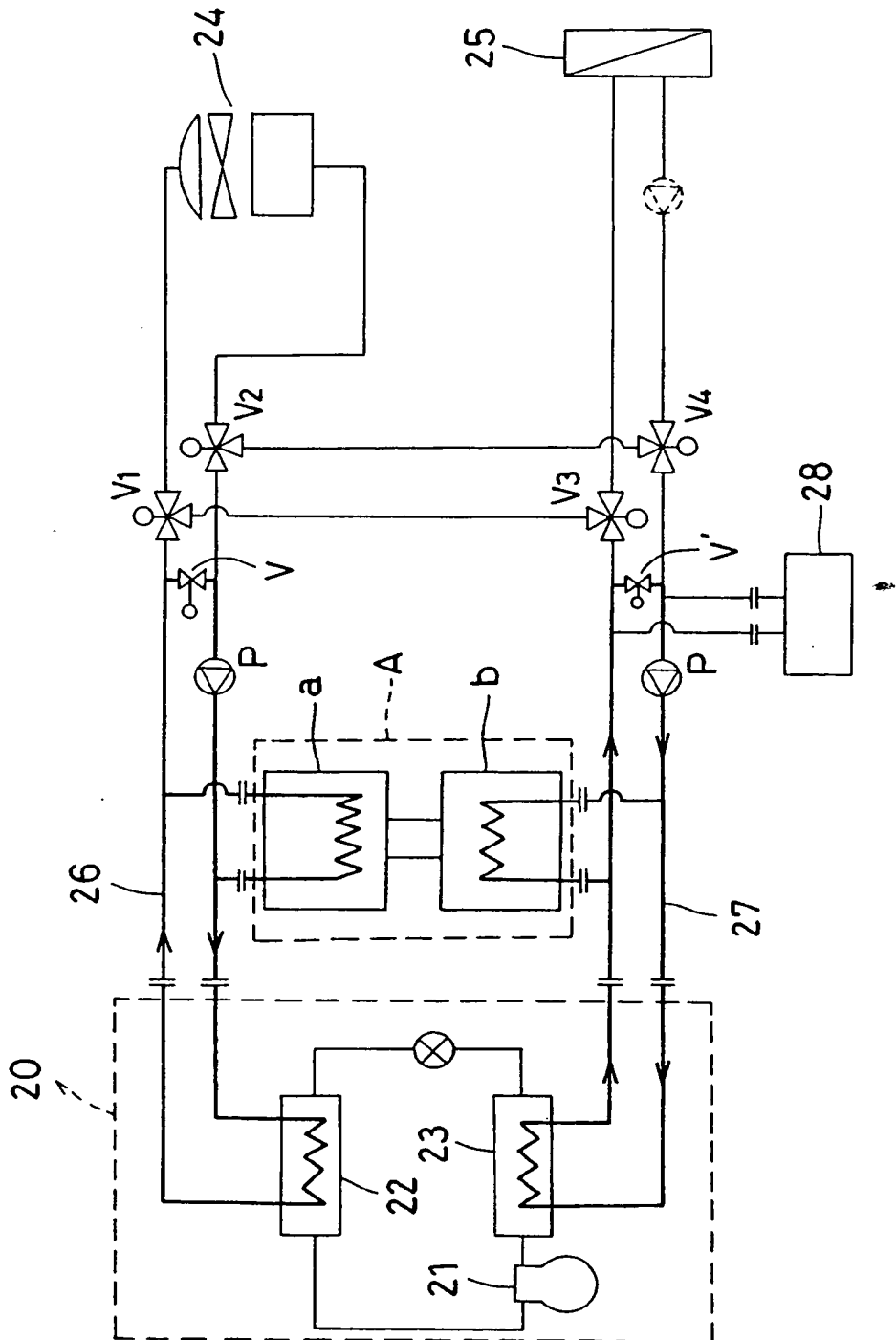
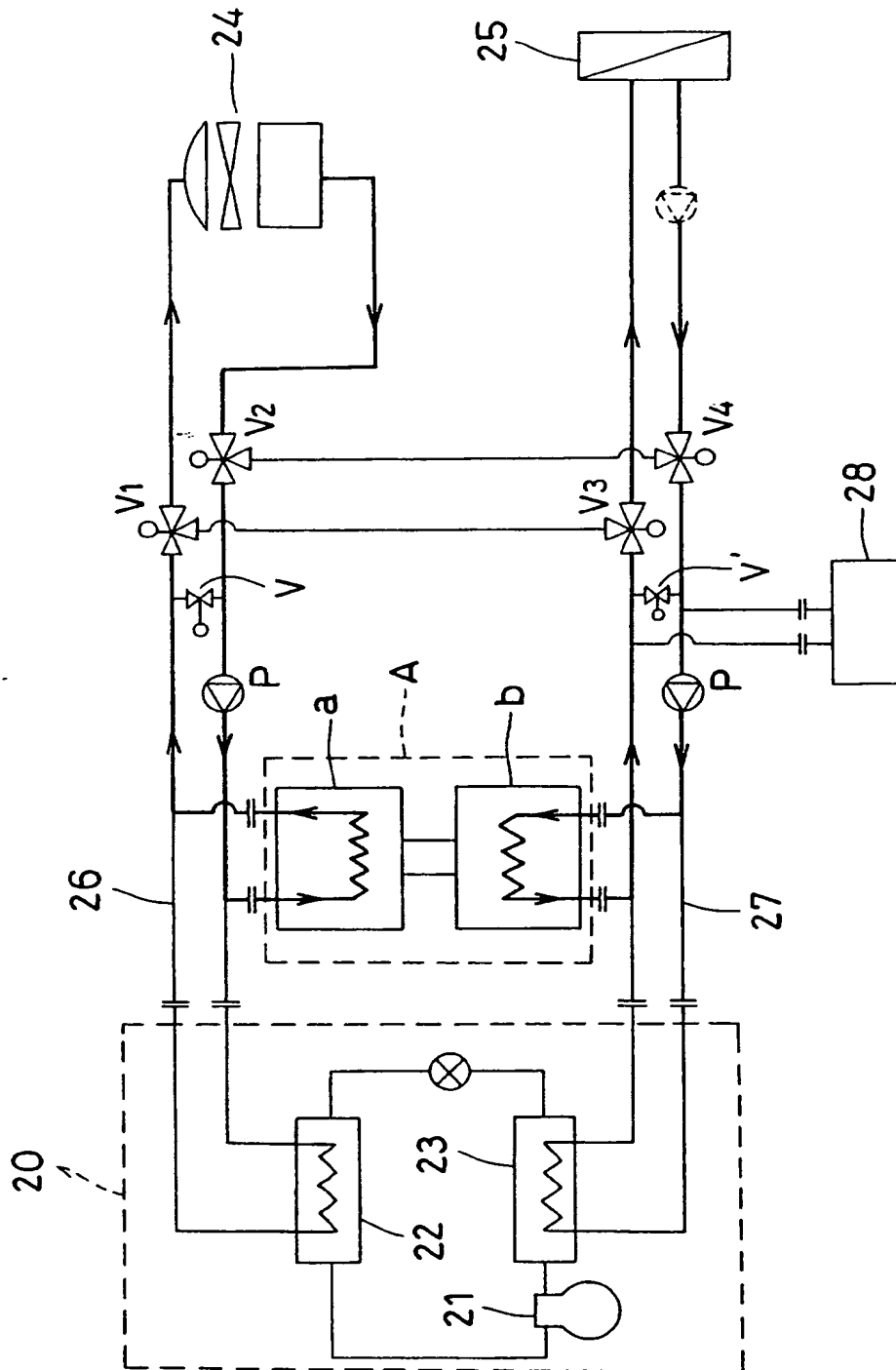


Fig. 4



உதர்

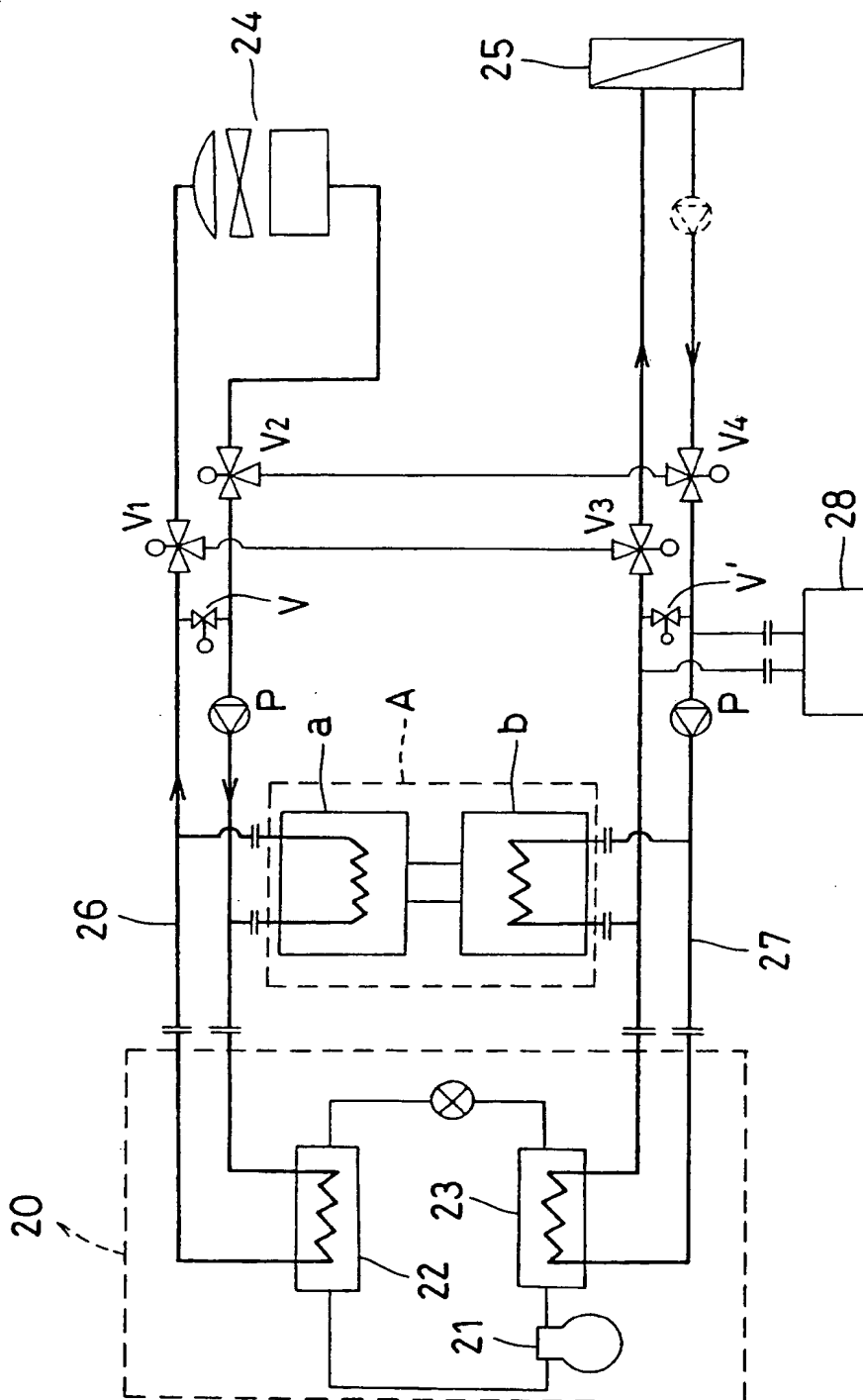


Fig. 6

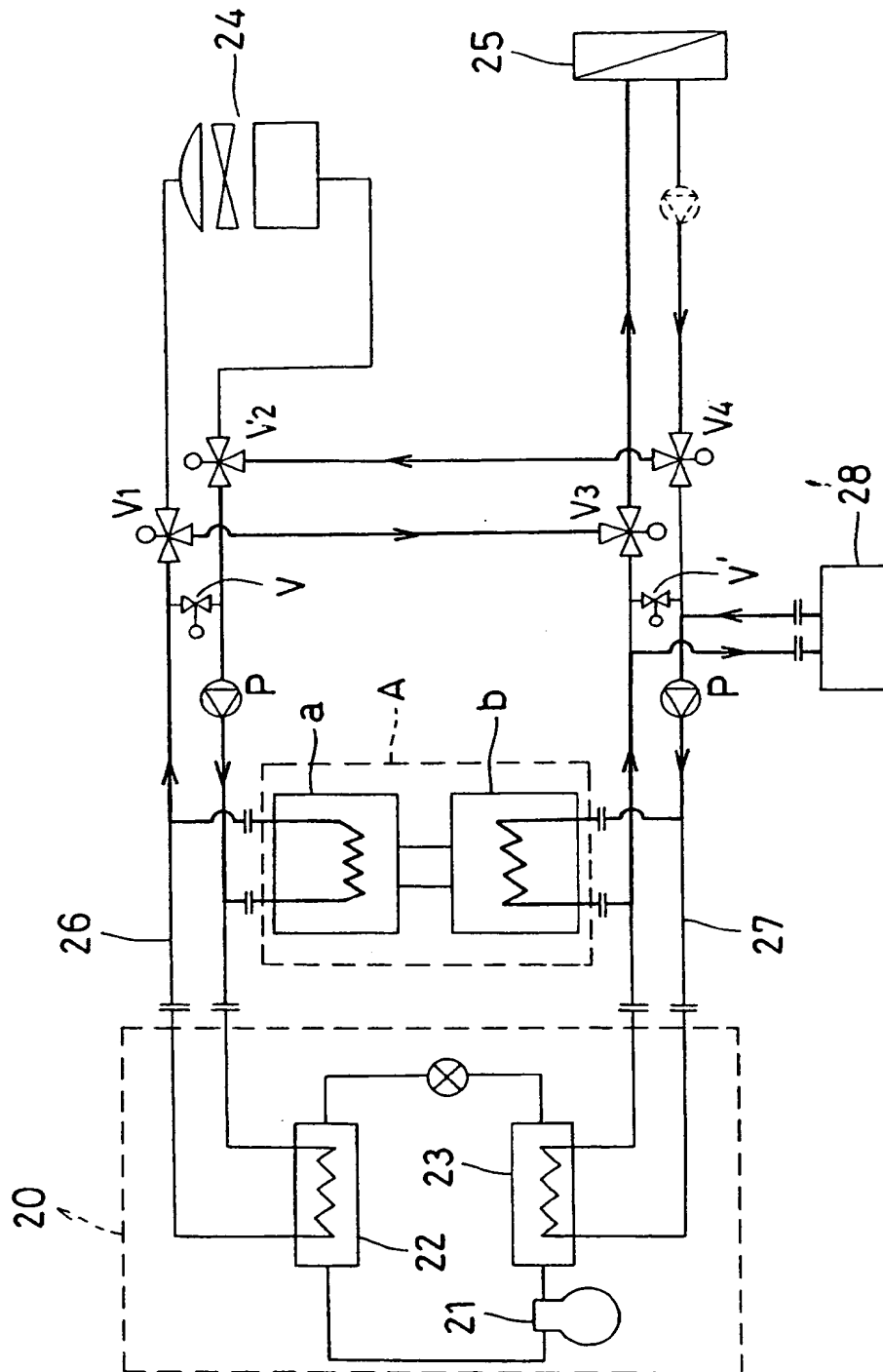


Fig. 7

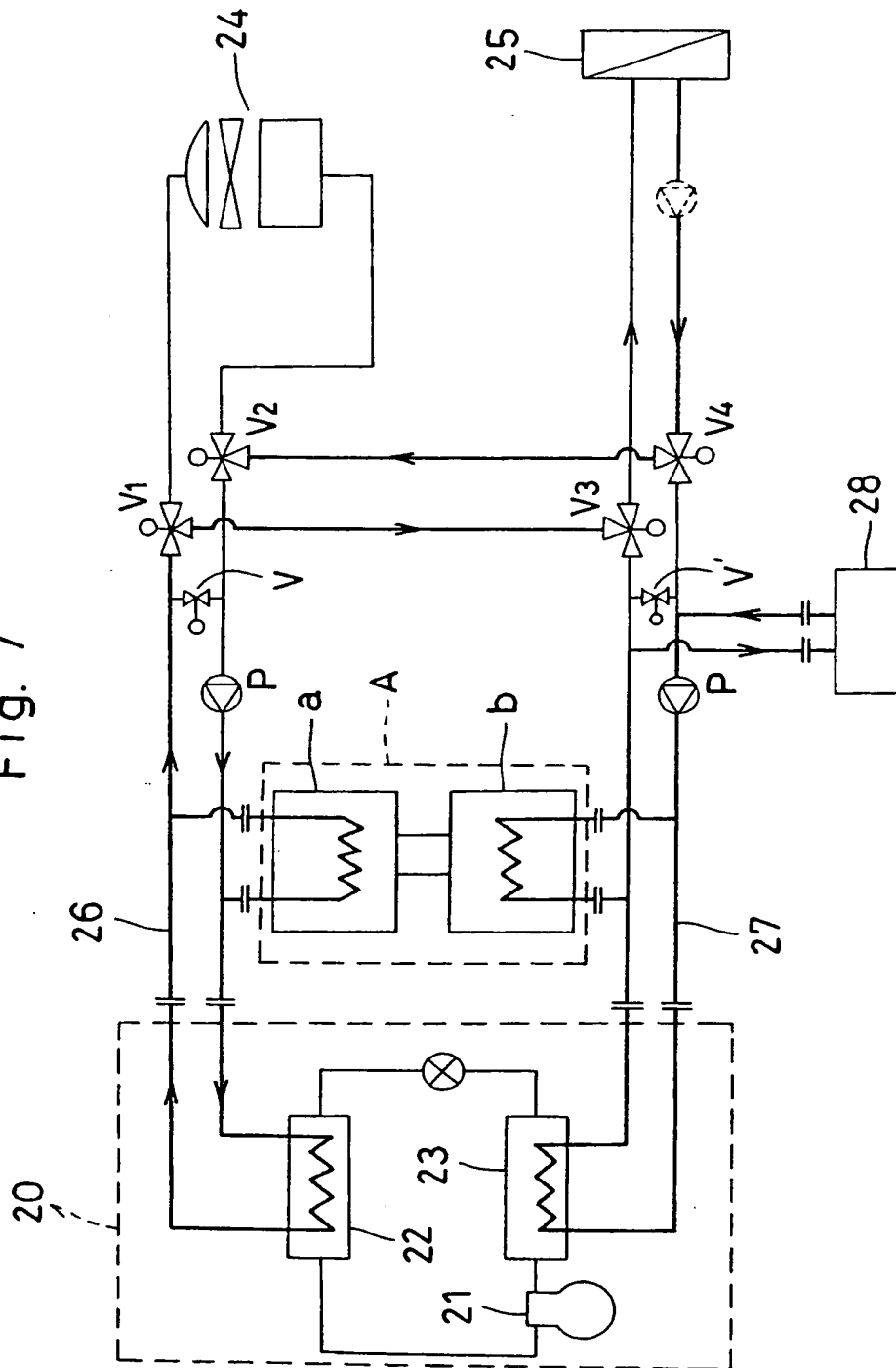


Fig. 8

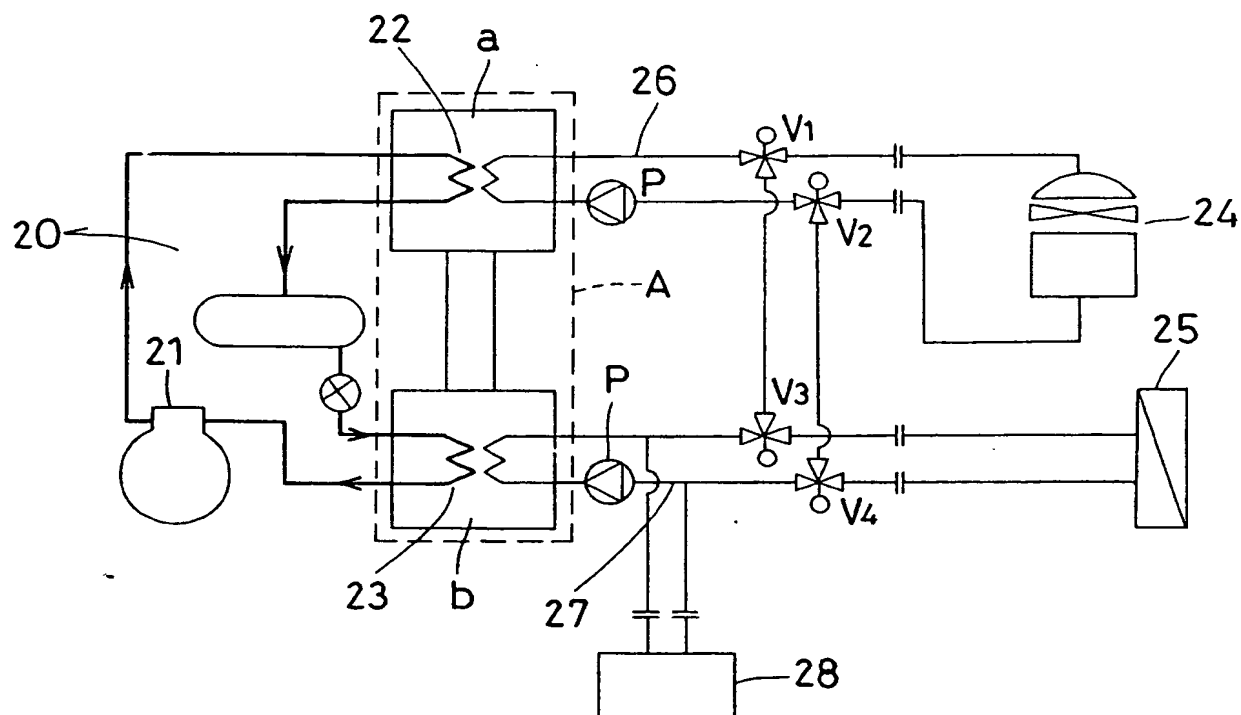


Fig. 9

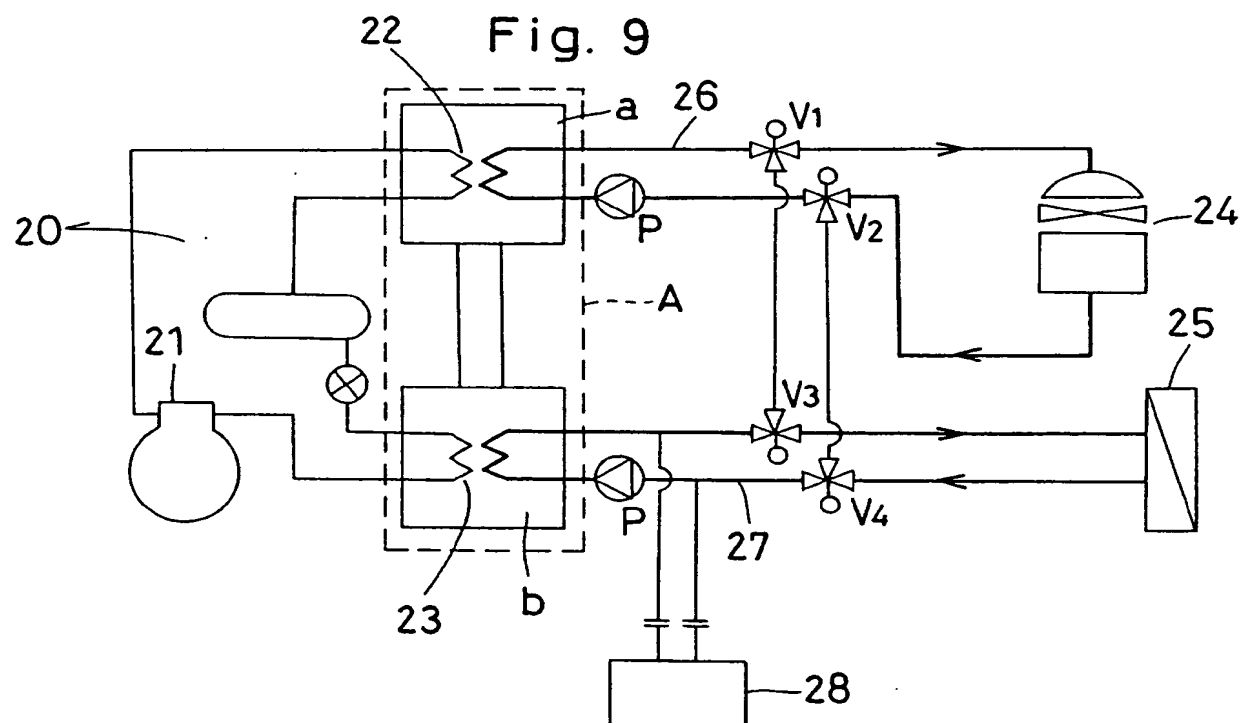


Fig. 10

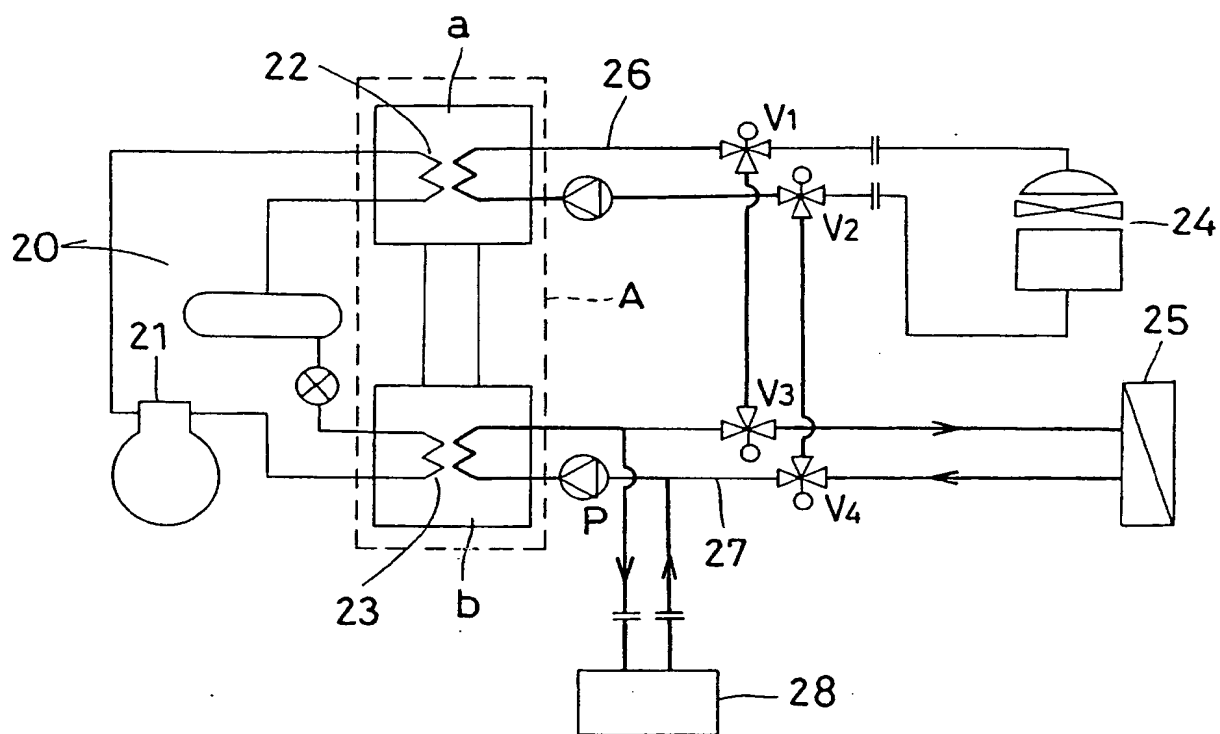


Fig. 12

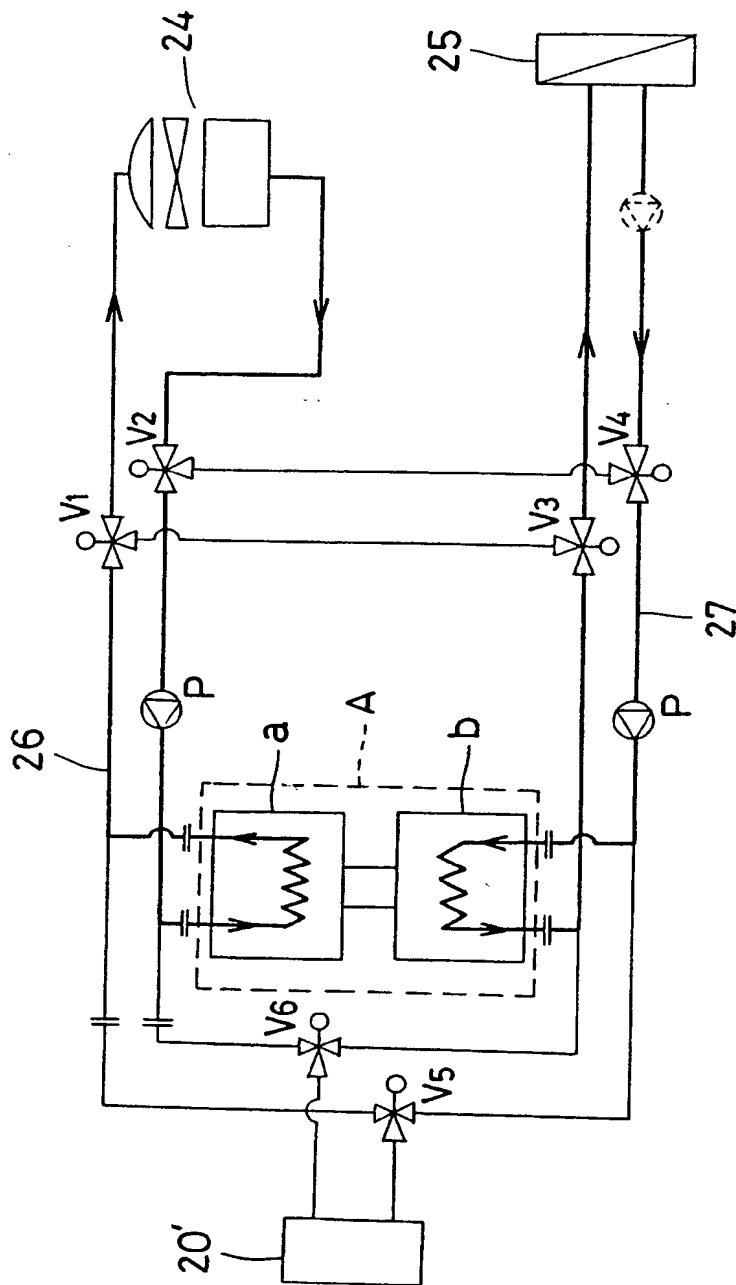
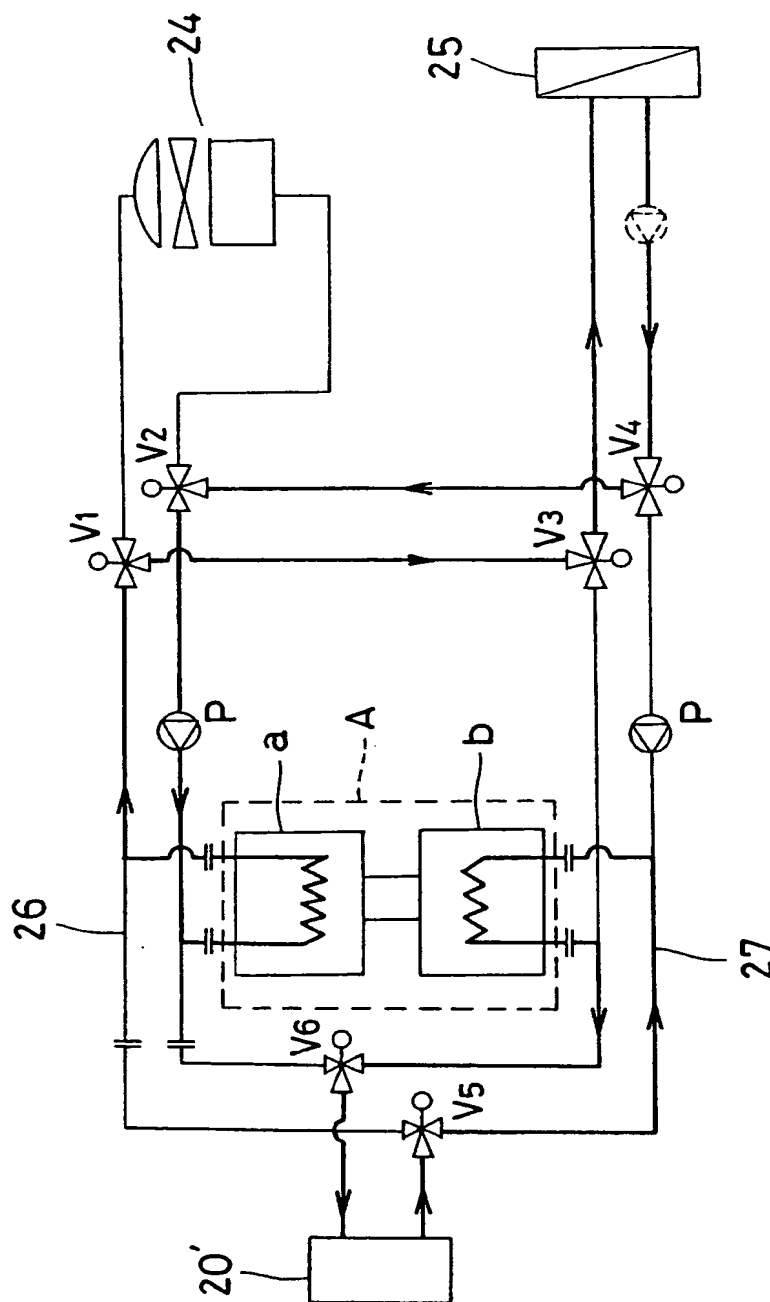


Fig. 13



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USF.O)